

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-267207  
(P2001-267207A)

(43)公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51)Int.Cl.  
H 01 L 21/027  
G 03 F 1/16  
7/20  
H 01 J 37/305

識別記号  
504

F I  
G 03 F 1/16  
7/20  
H 01 J 37/305  
H 01 L 21/30

テマコード(参考)  
B 2 H 09 5  
504 2 H 09 7  
B 5 C 03 4  
541 S 5 F 05 6

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-72398 (P2000-72398)

(22)出願日 平成12年3月15日 (2000.3.15)

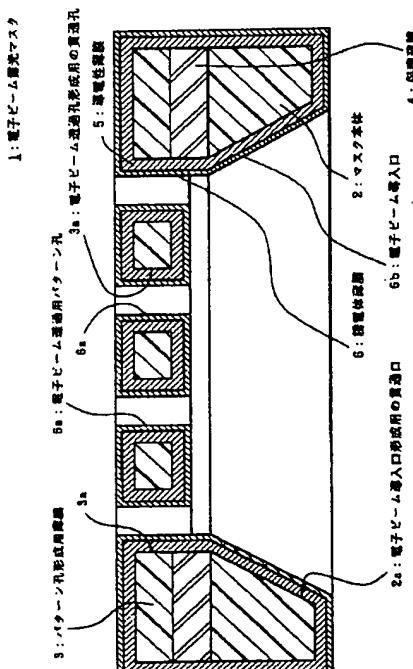
(71)出願人 000004237  
日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号  
(72)発明者 鈴木 克美  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内  
(74)代理人 100086759  
弁理士 渡辺 喜平  
Fターム(参考) 2H095 BA08 BB30 BC16 BC19 BC24  
2H097 BA04 CA17 GB02 JA02 LA10  
5C034 BB05  
5F056 AA04 AA06 CC04 EA04 FA05

(54)【発明の名称】 電子ビーム露光マスクおよびその製造方法ならびに電子ビーム露光装置

(57)【要約】

【課題】 生産性を高めるとともに、製造コストおよびメンテナンスコストの低廉化を図る。

【解決手段】 電子ビームをビーム被照射基板方向に導くための貫通口2aを有するマスク本体2と、このマスク本体2の電子ビーム照射側に保護薄膜4を介して積層され開口部2aに連通する電子ビーム透過孔形成用の貫通孔3aを有するパターン孔形成用薄膜3とを備え、このパターン形成用薄膜3における貫通孔3aの内面を含む電子ビーム照射領域に対応する部位に、チャージアップ抑制用の導電性薄膜5を積層するとともに、この導電性薄膜5を覆うような誘電体薄膜6を積層した構成としてある。



ES入力済

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子ビーム導入口形成用の開口部を有するマスク本体と、このマスク本体の電子ビーム照射側に保護薄膜を介して積層され、前記開口部に連通する電子ビーム透過孔形成用の貫通孔を有するパターン孔形成用薄膜とを備え、このパターン孔形成用薄膜における貫通孔の内面を含む電子ビーム照射領域に対応する部位に、チャージアップ抑制用の導電性薄膜を積層するとともに、この導電性薄膜を覆うような誘電体薄膜を積層したこととを特徴とする電子ビーム露光マスク。

【請求項2】 前記誘電体薄膜が、炭化珪素、ダイヤモンドおよびグラファイトのうちいずれか一の材料によって形成されていることを特徴とする請求項1記載の電子ビーム露光マスク。

【請求項3】 電子ビーム透過孔形成用の貫通孔を有するパターン孔形成用薄膜が電子ビーム照射側に保護薄膜を介して予め積層されたマスク本体に、前記保護薄膜の一部を除去して前記貫通孔に連通する電子ビーム導入口形成用の開口部を形成し、次に、この開口部の内面を含む電子ビーム照射領域に対応する部位にチャージアップ抑制用の導電性薄膜を積層した後、この導電性薄膜を覆うような誘電体薄膜を前記マスク本体に積層することとを特徴とする電子ビーム露光マスクの製造方法。

【請求項4】 前記パターン孔形成用薄膜を積層する前に、前記マスク本体の電子ビーム反照射側に保護薄膜を積層することとを特徴とする請求項3記載の電子ビーム露光マスクの製造方法。

【請求項5】 前記導電性薄膜が、前記マスク本体の電子ビーム反照射側に積層することとを特徴とする請求項3または4記載の電子ビーム露光マスクの製造方法。

【請求項6】 請求項1または2記載の電子ビーム露光マスクを備えたことを特徴とする電子ビーム露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体製造プロセスにおいて電子ビーム露光を行う場合に用いられる電子ビーム露光マスクおよびその製造方法ならびに電子ビーム露光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、半導体集積回路の高密度化および高集積化に伴い、リソグラフィ技術等の回路パターン微細加工技術の研究開発が急速な進展を見せてきている。従来、この種のリソグラフィ技術が、図4に示すような電子ビーム露光マスクに採用されている。この電子ビーム露光マスクにつき、同図を用いて説明すると、同図において、符号41で示す電子ビーム露光マスクは、マスク本体42を備えている。

【0003】 マスク本体42は、表裏両面に開口する電子ビーム透過孔形成用の貫通口42aを有し、全体がシリコン(Si)基板によって形成されている。マスク本体42の電子ビーム照射側には、貫通口42aに連通する電子ビーム透過孔形成用の貫通孔43aを有するパターン孔形成用薄膜43が積層されている。また、マスク本体42およびパターン孔形成用薄膜43の電子ビーム照射側には、電子ビーム照射領域を覆うようにチャージアップ抑制用の導電性薄膜44が積層されている。

【0004】 パターン孔形成用薄膜43は、全体がシリコン(Si)によって形成されており、膜厚が約10μm～20μmの寸法に設定されている。導電性薄膜44は、全体がタンクステン(W)あるいは金(Au)等の重金属によって形成されている。

【0005】 このように構成された電子ビーム露光マスクを製造するには、次に示すようにして行う。先ず、マスク本体(Si基板)42表面にパターン孔形成用薄膜43を積層する。

【0006】 次に、ドライエッチング法あるいは結晶方位依存性湿式エッチング法を用い、パターン孔形成用薄膜43およびSi基板42にエッチング処理を施すことにより、それぞれ電子ビーム透過用パターン孔43aと貫通口42aを形成する。そして、パターン孔形成用薄膜43の表面(電子ビーム照射領域)に真空蒸着法あるいはスパッタリング法によって導電性薄膜44を積層する。このようにして、電子ビーム露光マスクを製造することができる。

【0007】 ところで、この種の電子ビーム露光マスクによる露光は、真空室内において行われるが、この際真空中の残留ガス(被転写基板上のレジストや鏡筒壁から飛散するガス)が電子ビームの照射によって炭化し、カーボンを主成分とする汚染物質が発生する。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 従来の電子ビーム露光マスクにおいては、マスク本体42の最外層が表面エネルギーの大きい導電性薄膜44であるため、この導電性薄膜44の表面に上述した汚染物質(炭化物)が露光時に付着し、露光パターン形状を劣化し易くしていた。この結果、マスク寿命が低下して頻繁にマスク交換を行わなければならず、生産性が低下するばかりか、製造コストおよびメンテナンスコストが嵩むという問題があつた。

【0009】 なお、特開平5-36591号公報に「X線マスクの製造方法」として先行技術が開示されているが、これは「高精度のX線吸収体薄膜パターンを形成する」点についての開示はあるものの、「生産性を高めるとともに、製造コストの低廉化を図る」という従来の問題点を解決するための手段についての開示はない。

【0010】 本発明はこのような事情にかんがみてなされたもので、表面エネルギーの小さい誘電体に炭化物が

付着し難いことに着目し、パターン孔形成用薄膜上の導電性薄膜を覆うように誘電体薄膜を積層するというきわめて簡単な構成により、マスク寿命を高めることができ、もって生産性を向上させることができるとともに、製造コストの低廉化を図ることができる電子ビーム露光マスクおよびその製造方法ならびに電子ビーム露光装置の提供を目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明の請求項1記載の電子ビーム露光マスクは、電子ビーム導入口形成用の開口部を有するマスク本体と、このマスク本体の電子ビーム照射側に保護薄膜を介して積層され開口部に連通する電子ビーム透過孔形成用の貫通孔を有するパターン孔形成用薄膜とを備え、このパターン孔形成用薄膜における貫通孔の内面を含む電子ビーム照射領域に対応する部位にチャージアップ抑制用の導電性薄膜を積層するとともに、この導電性薄膜を覆うような誘電体薄膜を積層した構成としてある。したがって、マスク最外層が誘電体薄膜となり、露光時に発生する炭化物のマスク最外層への付着が阻止される。なお、マスク本体外周部の誘電体薄膜の一部を除去して下層の導電性薄膜を露出させ、この露出部分からアースをとることにより、電子ビーム照射によるチャージアップは防止できる。

【0012】請求項2記載の発明は、請求項1記載の電子ビーム露光マスクにおいて、誘電体薄膜が炭化珪素、ダイヤモンドおよびグラファイトのうちいずれか一の材料によって形成されている構成としてある。したがって、マスク最外層が炭化シリコン、ダイヤモンドおよびグラファイトのうちいずれか一の材料からなる誘電体薄膜となり、露光時に発生する炭化物のマスク最外層への付着が軽減される。

【0013】請求項3記載の発明（電子ビーム露光マスクの製造方法）は、電子ビーム透過孔形成用の貫通孔を有するパターン孔形成用薄膜が電子ビーム反照射側にエッティング保護薄膜を介して予め積層されたマスク本体に、保護薄膜の一部を除去して貫通孔に連通する電子ビーム導入口形成用の開口部を形成し、次にこの開口部の内面を含む電子ビーム照射領域に対応する部位にチャージアップ抑制用の導電性薄膜を積層した後、この導電性薄膜を覆うような誘電体薄膜をマスク本体に積層する方法としてある。したがって、マスク最外層が誘電体薄膜となり、露光時に発生する炭化物のマスク最外層への付着を阻止するマスクが得られる。

【0014】請求項4記載の発明は、請求項3記載の電子ビーム露光マスクの製造方法において、パターン孔形成用薄膜を積層する前に、マスク本体の電子ビーム反照射側に保護薄膜を積層する方法としてある。したがって、電子ビーム反照射側の保護薄膜が、マスク本体における開口部を形成する際のマスクとなる。

【0015】請求項5記載の発明は、請求項3または4記載の電子ビーム露光マスクの製造方法において、導電性薄膜が、マスク本体の電子ビーム反照射側に積層する方法としてある。したがって、マスク本体の電子ビーム反照射側にマスク最外層としての誘電体薄膜が積層され、露光時に発生する炭化物のマスク最外層への付着を阻止するマスクが得られる。

【0016】請求項6記載の発明（電子ビーム露光装置）は、請求項1または2記載の電子ビーム露光マスクを備えた構成としてある。したがって、電子ビーム露光マスクの最外層が誘電体薄膜となり、露光時に発生する炭化物のマスク最外層への付着が阻止される。

## 【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態につき、図面を参照して説明する。図1は本発明の第一実施形態に係る電子ビーム露光マスクを示す断面図である。同図において、符号1で示す微細パターン高精度描画・高精度縮小転写用の電子ビーム露光マスクは、マスク本体2を備えている。

【0018】マスク本体2は、表裏両面（電子ビーム照射方向）に開口する電子ビーム導入口形成用開口部としての貫通孔2aを有し、全体がシリコン（Si）基板等によって形成されている。マスク本体2の電子ビーム照射側には、貫通孔2aに連通する電子ビーム透過孔形成用の貫通孔3aを有するパターン孔形成用薄膜3が保護薄膜（エッティング保護膜）4を介して積層されている。

【0019】マスク本体2には、貫通孔3aの内面を含む電子ビーム照射領域およびこの電子ビーム照射領域以外の領域（電子ビーム非照射領域）に対応する部位に位置し、パターン孔形成用薄膜3を覆うようなチャージアップ抑制用の導電性薄膜5が積層されている。また、マスク本体2には、マスク最外層として導電性薄膜5を覆うよう誘電体薄膜6が積層されている。

【0020】パターン孔形成用薄膜3は、全体がシリコン（Si）によって形成されており、膜厚が約10μm～20μmの寸法に設定されている。保護薄膜4は、全体が二酸化珪素（SiO<sub>2</sub>）、窒化珪素（Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>）、炭化珪素（SiC）あるいはダイヤモンド等によって形成されており、膜厚が約0.1μm～1μmの寸法に設定されている。

【0021】導電性薄膜5は、全体が金、白金、タングステン、タンタル、モリブデンあるいはこれら金属の合金によって形成されており、膜厚が約0.5μm～1μmの寸法に設定されている。誘電体薄膜6は、表面エネルギーが導電性薄膜5の表面エネルギーと比較して小さい炭化珪素、ダイヤモンドおよびグラファイトのうちいずれか一の材料によって形成されており、膜厚が約0.1μmの寸法に設定されている。

【0022】なお、グラファイトの方位（100）面における表面エネルギーは、タングステンの約1/173

と小さい (D. H. Buckley, *Surface effect in adhesion, friction, wear and lubrication* h, Elsevier, p. 245, 1981)。

【0023】次に、電子ビーム露光マスクの製造方法につき、図2(a)～(f)を用いて説明する。図2(a)～(f)は本発明の第一実施形態に係る電子ビーム露光マスクの製造方法を説明するために示す断面図である。本実施形態における電子ビーム露光マスクの製造は、「保護薄膜の積層」、「パターン孔形成用薄膜の積層」、「電子ビーム透過孔形成用貫通孔の形成」、「電子ビーム導入口形成用開口部(貫通孔)の形成」、「導電性薄膜の積層」および「誘電体薄膜の積層」の各工程を順次経て行われる。

【0024】「保護薄膜の積層」先ず、マスク本体(シリコン基板)2の表裏両面上に二酸化珪素(SiO<sub>2</sub>)等からなる保護薄膜4を積層する。この際、保護薄膜4の膜厚は、約0.1μm～1μmの寸法に設定される。次に、紫外線露光技術およびドライエッティング技術を用い、同図(a)に示すように、両保護薄膜4のうちシリコン基板2における裏面側(電子ビーム反照射側)の保護薄膜4にエッティング処理を施すことによりパターン開口部4aを形成する。

【0025】「電子ビーム非透過薄膜の積層」先ず、減圧CVD法を用い、同図(b)に示すように、シリコン(Si)等からなるパターン孔形成用薄膜3を保護薄膜4の電子ビーム照射領域側に積層する。この際、成膜条件として基板温度を約600°Cとするとともに、反応ガスをモノシリランガス(キャリアガスとしてN<sub>2</sub>)とし(但し、これら成膜条件は、反応室の構造、基板加熱方式および反応ガスの供給方法等によって多少変動する。)、パターン孔形成用薄膜3にはほぼ0Pa～数十MPa以下の圧縮応力を加える。また、パターン孔形成用薄膜3の膜厚は、約10μm～20μmの寸法に設定される。

【0026】この後、パターン孔形成用薄膜3が積層されたマスク本体2に窒素雰囲気中で650°C～700°Cの基板温度でアニール処理を施すことにより、パターン孔形成用薄膜3を多結晶構造とし、同時にパターン孔形成用薄膜3に0Pa～数MPaの引張応力を加える。なお、保護薄膜4へのパターン孔形成用薄膜3の積層は、減圧CVD法以外にも陽極接合法によって張り合わせることにより行われ得る。

【0027】「電子ビーム透過孔形成用貫通孔の形成」先ず、フォト露光技術あるいは電子ビーム露光技術を用い、同図(b)に二点鎖線で示すように、パターン孔形成用薄膜3の電子ビーム照射側に所望のレジストパターンRを形成する。次に、レジストパターンRを保護膜(マスク)とし、同図(c)に示すように、パターン孔形成用薄膜3にドライエッティング処理を施すことにより

電子ビーム透過孔形成用の貫通孔3aを形成した後、レジストパターンRを除去する。

【0028】「電子ビーム導入口形成用開口部の形成」例えば、加熱した水酸化カリウム(KOH)水溶液を用い、同図(d)に示すように、電子ビーム照射側の保護薄膜4をマスクとして、電子ビーム照射側の保護薄膜4の表面が露呈するまで、マスク本体2にエッティング処理を施すことにより貫通孔2aを形成する。この際、貫通孔2a内に電子ビーム入射側から電子ビーム出射側に向かって大きくなるような開口径をもつテーパ面2a1が形成される。

【0029】「導電性薄膜の積層」先ず、例えは弗酸を用い、同図(e)に示すように、電子ビーム反照射側の保護薄膜4の外部露呈部および電子ビーム照射側の保護膜4に湿式エッティング処理を施すことにより、これら保護膜4(電子ビーム照射側の保護薄膜は外部露呈部)を除去する。次に、電子ビーム照射領域およびこの電子ビーム照射領域以外の領域(電子ビーム反照射領域を含む電子ビーム非照射領域)に対応する部位にrfスパッタリング法によって金(Au)、白金等の金属材料からなる導電性薄膜5を積層する。この際、導電性薄膜5の膜厚は、約0.5μm～1μmの寸法に設定される。なお、導電性薄膜5は、電子ビーム照射領域にのみ積層してもよい。

【0030】「誘電体薄膜の積層」成膜技術としてrfスパッタリング法、プラズマCVD法あるいはECR-CVD法等を用い、同図(f)に二点鎖線で示すように、マスク本体2に導電性薄膜5を覆うように炭化珪素、グラファイト、ダイヤモンド等の誘電体薄膜6を積層する。この際、導電性薄膜5の一部を治具等で被覆し、この治具等を膜積層後に除去すれば、マスク1の使用時に導電性薄膜5から接地することが可能となる。また、誘電体薄膜6の膜厚は、約0.1μmの寸法に設定される。このようにして、露光時に発生する汚染物質(炭化物)のマスク最外層(電子ビーム照射領域)への付着を阻止するマスク1を得ることができる。

【0031】このような方法によって製造された電子ビーム露光マスクは、図3に示すような電子ビーム露光装置に適用されている。この電子ビーム露光装置につき、同図を用いて説明する。図3は本発明の第一実施形態に係る電子ビーム露光装置の概略を示す断面図で、同図においてマスクについては図1と同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。同図において、符号21で示す電子ビーム露光装置は、ステージ22、ビーム偏向器23、偏向レンズ24、マスク1および電子銃25を備え、真空室(図示せず)内に配置される。

【0032】ステージ22は、被転写基板26を位置決めするための試料ステージからなり、電子銃25の下方に配置されている。ビーム偏向器23は、上下方向に並列する第一ビーム偏向器23a～第三ビーム偏向器23c

からなり、電子銃25とステージ22との間に配置されている。

【0033】偏向レンズ24は、上下方向に並列する第一偏向レンズ24a～第三偏向レンズ24cからなり、第一ビーム偏向器23aと第三ビーム偏向器23cとの間に配置されている。すなわち、第一偏向レンズ24aは第一ビーム偏向器23aと第二ビーム偏向器23bとの間に配置され、また第二偏向レンズ24bおよび第三偏向レンズ24cは第二ビーム偏向器23bと第三ビーム偏向器23cとの間に配置されている。

【0034】マスク1は、マスク本体2およびパターン孔形成薄膜3をそれぞれ下部と上部にして第二偏向レンズ24bと第三偏向レンズ24cとの間に配置されている。電子銃22は、電子ビームEBをステージ22上の被転写基板26に対して照射する電子ビーム照射装置からなり、第一ビーム偏向器23aの上方に配置されている。

【0035】このように構成された電子ビーム露光装置による露光は、次に示すように行われる。すなわち、電子銃25から発射した電子ビームEBをビーム偏向器23および偏向レンズ24によって偏向させるとともに、マスク1のパターン孔（誘電体薄膜6の電子ビーム透過用パターン孔6a）を透過させ、ステージ22上における被転写基板26（感光性レジスト）に対して所定の縮小倍率で照射することにより露光する。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、マスク本体に導電性薄膜を覆うような誘電体薄膜を積層し

たので、マスク最外層が表面エネルギーの小さい薄膜層となり、露光時に発生する炭化物の電子ビーム照射領域への付着を阻止することができる。したがって、露光パターン形状の劣化発生を抑制することができるから、マスク寿命を確実に高めることができ、生産性を向上させることができるとともに、製造コストおよびメンテナンスコストの低廉化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施形態に係る電子ビーム露光マスクを示す断面図である。

【図2】(a)および(f)は本発明の第一実施形態に係る電子ビーム露光マスクの製造方法を説明するために示す断面図である。

【図3】本発明の第一実施形態に係る電子ビーム露光装置の概略を示す断面図である。

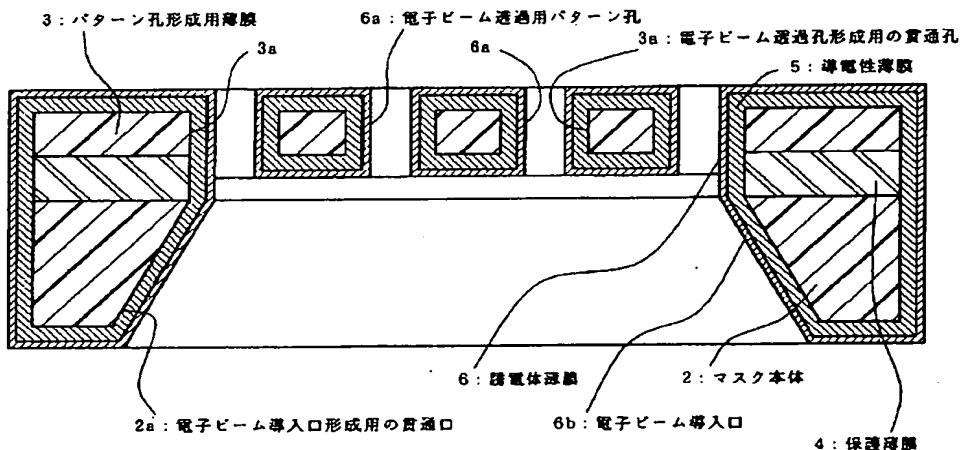
【図4】従来の電子ビーム露光マスクを示す断面図である。

【符号の説明】

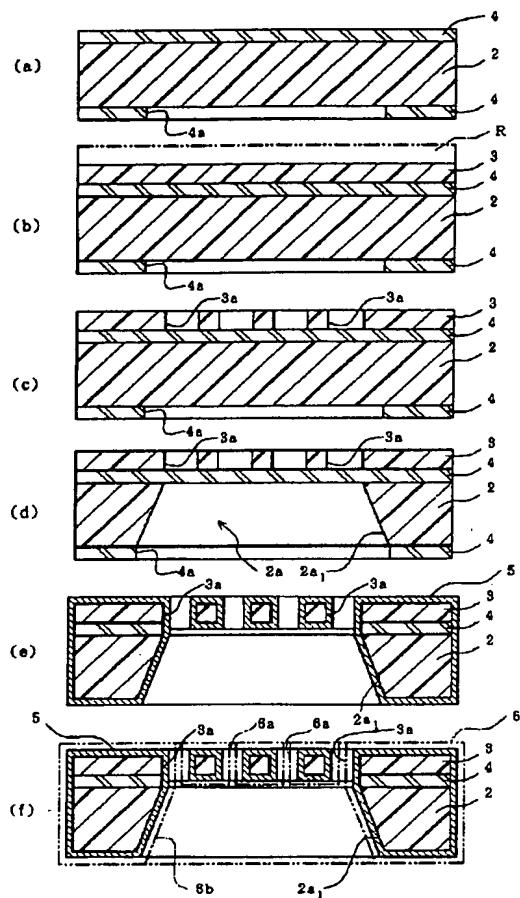
1	電子ビーム露光マスク
2	マスク本体（シリコン基板）
2a	電子ビーム導入口形成用の貫通口
3	パターン孔形成用薄膜
3a	電子ビーム透過孔形成用の貫通孔
4	保護薄膜
5	導電性薄膜
6	誘電体薄膜
6a	電子ビーム透過用パターン孔
6b	電子ビーム導入口

【図1】

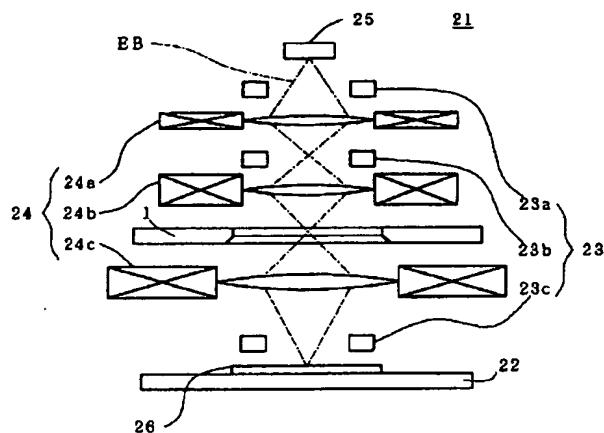
1: 電子ビーム露光マスク



【図2】



【図3】



### 【图4】

41

